

p. 11

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-089504

(43)Date of publication of application : 28.03.2003

(51)Int.Cl.

C01B 3/38

C01B 3/32

C01B 3/48

F23K 5/00

H01M 8/06

(21)Application number : 2002-012024

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 21.01.2002

(72)Inventor : MATSUDA NAOHICO
HIRAI ETSURO

(30)Priority

Priority number : 2001208099

Priority date : 09.07.2001

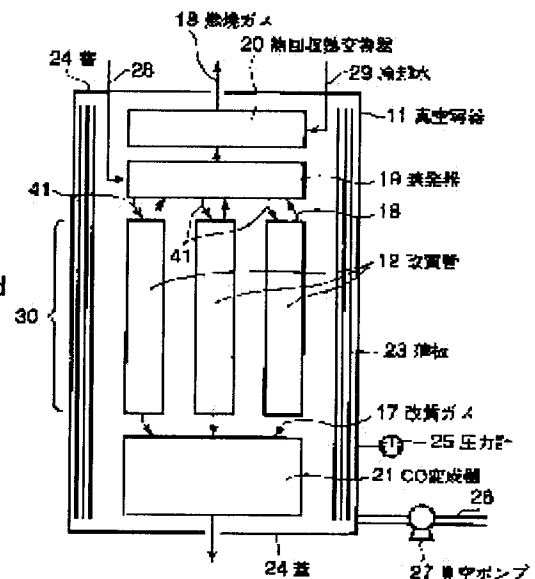
Priority country : JP

(54) APPARATUS FOR REFORMING FUEL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a fuel reforming apparatus made compact without increasing the activation time and deteriorating the responsiveness.

SOLUTION: This fuel reforming apparatus is provided with a vacuum vessel 11, a reforming tube 12 which is disposed in the vessel 11 and in which a reforming catalyst for reforming fuel gas into the reformed gas containing hydrogen is housed, a CO transformer 21 which is disposed in the vessel 11 below the tube 12 and in which a CO reforming catalyst for reforming the CO gas contained in the reformed gas and for lowering the concentration of the CO content, an evaporator 19 disposed in the vessel 11 above the tube 12, a plurality of metallic sheets 23 disposed in the vessel 11 parallel to the outer peripheral wall of the vessel 11 to surround the tube 12, the transformer 21 and the evaporator 19 for reflecting the radiant heat.



(19)日本国特許庁（J P）

(12) 公 開 特 許 公 報（A）

(11)特許出願公開番号
特開2003－89504
（P2003－89504A）

(43)公開日 平成15年 3月28日（2003.3.28）

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] （参考）
C 0 1 B 3/38		C 0 1 B 3/38	3 K 0 6 8
3/32		3/32	Λ 4 G 0 4 0
3/48		3/48	5 H 0 2 7
F 2 3 K 5/00	3 0 3	F 2 3 K 5/00	3 0 3
H 0 1 M 8/06	Z C C	H 0 1 M 8/06	Z C C C
審査請求 未請求 請求項の数16 O L （全 10 頁）			

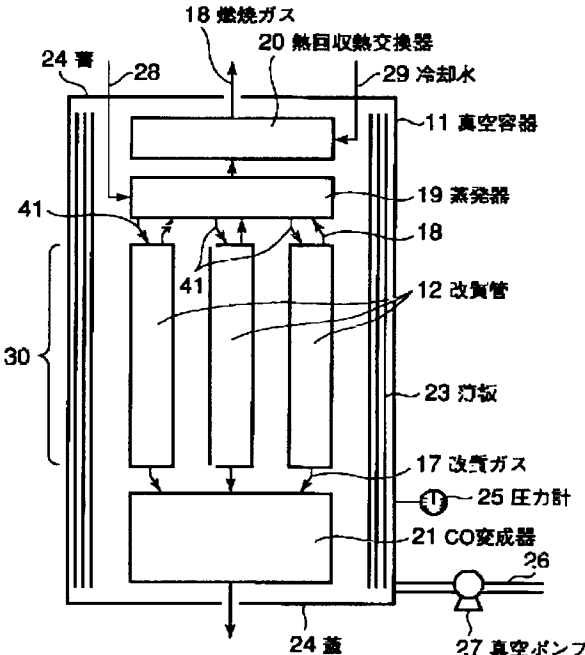
(21)出願番号 特願2002－12024(P2002－12024)
(22)出願日 平成14年 1月21日（2002.1.21）
(31)優先権主張番号 特願2001－208099(P2001－208099)
(32)優先日 平成13年 7月 9日（2001.7.9）
(33)優先権主張国 日本（J P）

(71)出願人 000006208
三菱重工業株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目 5 番 1 号
(72)発明者 松田 直彦
広島県広島市西区観音新町四丁目 6 番22号
三菱重工業株式会社広島研究所内
(72)発明者 平井 悦郎
広島県広島市西区観音新町四丁目 6 番22号
三菱重工業株式会社広島研究所内
(74)代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 （外 5 名）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料改質装置

(57)【要約】
【課題】本発明は、改質装置の起動時間の増大、応答性の低下を招くことなく、改質装置をコンパクト化することを課題とする。
【解決手段】真空容器 1 1 と、この真空容器 1 1 の内部に配置され、燃料ガスを水素を含む改質ガスに改質する改質触媒を収納した改質管 1 2 と、前記真空容器 1 1 の内部でかつ前記改質管 1 2 の下方に配置され、前記改質ガスに含まれる C O ガスを改質しその含有濃度を低減させる C O 改質触媒を収納した C O 変成器 2 1 と、前記真空容器 1 1 の内部でかつ前記改質管 1 2 の上方に配置された蒸発器 1 9 と、前記真空容器 1 1 の内側で前記改質管 1 2、前記 C O 変成器 2 1 及び前記蒸発器 1 9 を囲うよう前記真空容器の外周壁に平行に配置された輻射熱を反射する複数の薄板 2 3 とを具備することを特徴とする燃料改質装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器と、この真空容器の内部に配置され、燃料ガスを水素を含む改質ガスに改質する改質触媒を収納した改質器と、前記真空容器の内部でかつ前記改質器の下方に配置され、前記改質ガスに含有されるCOガスを改質してその含有濃度を低減させるCO改質触媒を収納したCO変成器と、前記真空容器の内部でかつ前記改質器の上方に配置された蒸発器と、前記真空容器の内側で前記改質器、前記CO変成器及び前記蒸発器を囲うよう前記真空容器の内周壁に平行に配置された輻射熱を反射する複数枚の薄板とを具備して真空容器内部を真空状態にしたことを特徴とする燃料改質装置。

【請求項2】 前記真空容器に接続された真空ポンプとを有したことを特徴とする請求項1に記載の燃料改質装置。

【請求項3】 前記真空容器内の圧力を検出する圧力計を前記真空容器に接続したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料改質装置。

【請求項4】 外周壁が二重構造で壁間の領域が真空状態の容器と、この容器の内部に配置され、燃料ガスを水素を含む改質ガスに改質する改質触媒を収納した改質器と、前記容器の内部でかつ前記改質器の下方に配置され、前記改質ガスに含有されるCOガスを改質してその含有濃度を低減させるCO改質触媒を収納したCO変成器と、前記容器の内部でかつ前記改質器の上方に配置された蒸発器と、前記容器の二重構造の壁間の領域に、前記外周壁に対して平行に配置された輻射熱を反射する複数枚の薄板とを具備することを特徴とする燃料改質装置。

【請求項5】 前記改質器は、前記容器内に配置され上部及び下部が閉じた耐熱性金属からなる二重円筒管と、この二重円筒管の隙間に配置され、燃料ガスを水素を含む改質ガスに改質する改質触媒とを備えていることを特徴とする請求項4記載の燃料改質装置。

【請求項6】 前記二重円筒管の内側壁にエキスパンションを設置したことを特徴とする請求項5記載の燃料改質装置。

【請求項7】 前記二重円筒管の内側にバーナを設け、このバーナの下部に二重円筒管の内側壁内径より小さい外径をもち且つバーナ側が閉じたバーナガスガイド円筒を設け、更に前記バーナの周囲に断熱材を設けたことを特徴とする請求項4もしくは請求項6いずれか1項記載の燃料改質装置。

【請求項8】 前記CO変成器は、前記改質器の下部に互いに離間して配置された2枚の穴付板と、これら穴付板で挟まれた領域に配置された、CO濃度低減作用をもつ第1のCO改質触媒とを備えていることを特徴とする請求項4乃至請求項7いずれか1項記載の燃料改質装置。

【請求項9】 前記第1のCO改質触媒の下に熱交換器

を配置し、その下部にCO濃度低減作用をもつ第2のCO改質触媒触媒を充填した円筒管を設置したことを特徴とする請求項8記載の燃料改質装置。

【請求項10】 前記熱交換器と前記円筒管との間に、互いに離間した2枚の多孔板と、これらの多孔板間に設置された単孔板を備えたガスミキサーを設置したことを特徴とする請求項4乃至請求項9いずれか1項記載の燃料改質装置。

【請求項11】 前記壁間の領域に接続された真空ポンプとを有したことを特徴とする請求項4乃至請求項10いずれか1項に記載の燃料改質装置。

【請求項12】 前記容器の壁間の領域の圧力を検出する圧力計を接続したことを特徴とする請求項4乃至請求項11いずれか1項に記載の燃料改質装置。

【請求項13】 前記薄板の主面の少なくとも片面に凹凸部を設けたことを特徴とする請求項1乃至請求項12のいずれか1項に記載の燃料改質装置。

【請求項14】 前記薄板間にスペーサを設けたことを特徴とする請求項1乃至請求項13のいずれか1項に記載の燃料改質装置。

【請求項15】 前記蒸発器の上方の装置内部に熱回収熱交換器が配置されていることを特徴とする請求項1乃至請求項14のいずれか1項に記載の燃料改質装置。

【請求項16】 前記容器の内壁と各部品間の隙間に断熱材を充填することを特徴とする請求項4乃至請求項15いずれか1項記載の燃料改質装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池発電装置用の水素ガスの製造に使用される燃料改質装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、燃料改質装置を大型化する場合、改質触媒を充填した改質管を複数本設置することを実施している。図7は、従来の燃料改質装置を示すもので、二重壁構造の容器（二重管）1の、側部及び底部の壁間（内部）に断熱材2を配置し、内部に複数の改質管3を配置した構成となっている。前記断熱材2は、シリカ系もしくはアルミナ系の断熱材（例えば、商品名：カオウール；イソライト工業製）であり、容器内部（内面温度：約700～800℃）から外部への放熱を防止するためのものである。前記改質管3には、改質触媒が充填されているとともに、バーナが内蔵されている（夫々図示せず）。なお、図中の符番4は改質管3を加熱するガスを示す。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来においては、改質触媒を充填した二重管にバーナを内蔵した装置とCO除去作用を行う装置とは別置きにしていた。また、各々の装置の保温は上記カオウールのような断熱

材で周囲を包んで行っていた。更に、改質触媒を充填した二重管から出てくるバーナ排気ガスを配管で熱交換器に流入し、改質ガス原料の水蒸気を発生させていた。

【0004】しかしながら、従来の燃料改質装置によれば、以下に述べる問題点を有していた。

1) 断熱材2の熱伝導率が0.1 W/mK程度であるため、容器外壁を50℃～100℃程度に留めるために、容器1に配置された断熱材2の厚みは約150mmを要する。即ち、二重壁の厚さが大きいため、その熱容量が大きくなり、改質装置の起動時間の増大・応答性の低下を招く。また、改質装置が大型化するという問題も発生する。

【0005】2) ガス4を気化させる蒸発器(図示せず)や改質ガスから一酸化炭素(CO)を除去あるいは減少するCO変成器(図示せず)が別置きされているため、システム構成部品点数が増大し、製作コストの増大や設置スペースの増大および配管工事量の増大を招いていた。

【0006】3) 上記2)と同様な理由により、接続配管からの放熱量が多く、装置の熱効率の低下を招いていた。また、装置サイズが大きくなるために、全体からの放熱量が大きくなりシステムの熱効率が低くなる。

【0007】4) 上記断熱材では、夜間装置停止時に装置内触媒温度の低下が早く、翌朝の起動に時間がかかったり、触媒自体の温度振動による劣化がすすみ、従来装置では24時間連続運転しか実施できなかった。

【0008】本発明は上記の課題を解決するためになされたもので、内部を真空状態にした真空容器と、この真空容器の内部に配置された改質器と、真空容器の内部でかつ改質器の下部側に配置されたCO変成器と、真空容器の内部でかつ改質器の上部側に配置された蒸発器と、真空容器の内側で改質器、CO変成器及び蒸発器の外側に配置された複数枚の輻射熱を反射する性能を有する薄板とを備えた構成にすることにより、改質装置の起動時間の増大、応答性の低下を招くことなく、改質装置をコンパクト化し、更には製作コストの低減、設置スペースの低減、配管工事量の低減等をなしえる燃焼改質装置を提供することを目的とする。

【0009】また、本発明は、外周壁が二重構造で壁間の領域が真空の容器と、この容器の内部に配置された改質器と、容器の内部でかつ改質器の下部側に配置されたCO変成器と、容器の内部でかつ改質器の上部側に配置された蒸発器と、容器の二重構造の壁間の領域に配置された複数枚の輻射熱を反射する性能を有する薄板とを備えた構成にすることにより、上記と同様、改質装置の起動時間の増大、応答性の低下を招くことなく、改質装置をコンパクト化し、更には製作コストの低減、設置スペースの低減、配管工事量の低減等をなしえる燃焼改質装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願第1の発明は、真空容器と、この真空容器の内部に配置され、燃料ガスから水素を含む改質ガスに改質する改質触媒を収納した改質器と、前記真空容器の内部でかつ前記改質器の下方に配置され、前記改質ガスに含有されるCOガスを改質してその含有濃度を低減させるCO改質触媒を収納したCO変成器と、前記真空容器の内部でかつ前記改質器の上方に配置された蒸発器と、前記真空容器の内側で前記改質器、前記CO変成器及び前記蒸発器を囲うよう前記真空容器の内周壁に平行に配置された輻射熱を反射する複数枚の薄板とを具備して真空容器内部を真空状態にしたことを特徴とする燃料改質装置である。

【0011】本願第2の発明は、外周壁が二重構造で壁間の領域が真空状態の容器と、この容器の内部に配置され、燃料ガスから水素を含む改質ガスに改質する改質触媒を収納した改質器と、前記容器の内部でかつ前記改質器の下方に配置され、前記改質ガスに含有されるCOガスを改質してその含有濃度を低減させるCO改質触媒を収納したCO変成器と、前記容器の内部でかつ前記改質器の上方に配置された蒸発器と、前記容器の二重構造の壁間の領域に、前記外周壁に対して平行に配置された輻射熱を反射する複数枚の薄板とを具備することを特徴とする燃料改質装置である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明について更に詳しく説明する。

【0013】本発明において、第1の発明では真空容器を用いて該真空容器の内部を真空にするが、第2の発明では二重壁構造の容器を用いて二重壁の壁間の領域を形成する空洞部内のみを真空にする。この際、真空容器および空洞部の真空度合い(内部圧力)は例えば1Paである。ここで、真空容器内(又は二重壁による空洞部内)の真空度の検出は、真空度(内部圧力)を検出する検出器(圧力計)を真空容器又は空洞部に接続することにより行い、真空度の調節は真空ポンプにより行う。また、圧力計がない場合は、真空ポンプの作動を定期的に一定時間自動作動させる。

【0014】従って、第1の発明では、真空容器内の圧力を検出する圧力計と、前記真空容器に接続された真空ポンプとを更に備えた構成にすることが好ましい。また、第2の発明では、二重壁構造による空洞部内の圧力を検出する圧力計と、前記空洞部に接続された真空ポンプとを更に備えた構成にすることが好ましい。

【0015】つまり、第1の発明を例にとれば、真空容器では、容器内壁の加熱による壁面からの脱ガス、容器を透過してくるガスの影響により、時間とともにその内部圧力が高くなり、その結果容器内のガスの熱伝導率が増加して、断熱能力が低下する。そこで、本発明では、上記検出器により真空度を常に検出し、一定圧力を上回った場合に、真空ポンプにより真空引きを行うものであ

る。なお、空洞部内が所定の圧力以下に減圧した場合は、減圧後真空ポンプを停止して、空洞部内を封じるシステムをもたせる。上記のように真空容器内又は容器の空洞部内を真空にするので、熱伝導を低下できるという長所を有する。

【0016】本発明において、真空容器の内壁に沿うように（又は、容器の二重構造の空洞部内において、前記容器の外周壁に沿うように）設置される薄板の厚みや枚数は特に限定されないが、厚みは、真空容器においては真空容器の内壁面と真空容器内部に設置される改質器等との距離（又は空洞部の厚み）を考慮して適宜設定することが好ましい。一方、薄板の枚数は、容器内面の温度からの輻射熱を徐々に遮るために2枚以上適宜設定することが好ましい。更に、薄板の材質としては、輻射熱を反射する効果を有するものであれば、ステンレス、アルミニウム等の金属に限定されず、例えばセラミックス等でもよい。

【0017】本発明において、前記薄板23の主面の少なくとも片面には、例えば図4(A)、(B)に示すように突起（凹凸部）22を設けることが好ましい。ここで、図4(A)は薄板23の概略的な縦断面図、図4(B)の同薄板23の概略的な斜視図を示す。前記突起22は、薄板23同士が接触するのを避けるためである。ここで、突起22は、例えばパンチングにより形成することができる。また、複数枚の薄板23同士の間に例えば金属系、セラミック系もしくは石綿系のリング状のスペーサ42でその距離を保持することができる（図5参照）。

【0018】本発明において、改質器としては、外周壁が二重構造で壁間の領域が真空状態の容器内に配置されかつ上部及び下部が閉じた耐熱性金属からなる二重円筒管と、この二重円筒管の隙間に配置され、燃料ガスを水素を含む改質ガスに改質する改質触媒とを備えているものが挙げられる（図8参照）。ここで、前記二重円筒管（円筒体）は内円筒と外円筒を備えているが、前記内円筒の上部にエキスパンションを設置することが好ましい。この理由は、内円筒と外円筒の熱伸び差を吸収するためである。

【0019】本発明において、前記前記二重円筒管の内側にバーナを設け、このバーナの下部に二重円筒管の内側壁内径より小さい外径をもち且つバーナ側が閉じたバーナガスガイド円筒を設け、更に前記バーナの周囲に断熱材を設けることが好ましい。ここで、前記バーナは前記改質触媒を加熱するためのもので、下向きに設置する。バーナから下向きに発生した燃焼ガスは、二重円筒管の下部に向う。また、前記断熱材は、バーナから発生したバーナ燃焼ガスがリークしないようにするためである。

【0020】本発明において、改質器の上方には、単数若しくは前記改質器の数と同数もしくは少ない複数の蒸

発器（又は、更に熱回収熱交換器）を配置し、改質器の下方には、単数もしくは前記改質器の数と同数もしくは少ない複数のCO変成器を配置することが好ましい。前記熱回収熱交換器は、例えば後述する実施例1のように蒸発器に隣接して配置する場合が挙げられる（図1、図6参照）。また、熱回収熱交換器を直接設けずに、後述するよう実施例3のように、水蒸気用熱交換器の上部とエゼクターとを配管により連結して、水蒸気用熱交換器で気化した水蒸気がエゼクターに流入するようにしてもよい。

【0021】本発明において、前記CO変成器としては、前記改質器の下部に互いに離間して配置された2枚の穴付板と、これら穴付板で挟まれた領域に配置された、CO濃度低減作用をもつ第1のCO改質触媒とを備えた構成のものが挙げられる。ここで、第1のCO改質触媒としては、高温で作動するHTS（high temperature shift）触媒、例えばFe-Cr系触媒が挙げられる。

【0022】また、前記第1のCO改質触媒の下に熱交換器を配置し、その下部にCO濃度低減作用をもつ第2のCO改質触媒を充填した円筒管を設置することが好ましい。ここで、第2のCO改質触媒としては、低温で作動するLTS（low temperature shift）触媒、例えばCu-Zn系触媒が挙げられる。

【0023】本発明において、外周壁が二重構造で壁間の領域（隙間）が真空状態の容器の内壁と各部品間の隙間には例えばカオウル（イソライト工業製の商品名）等の断熱材を充填することが好ましい。前記容器と各部品間の断熱のためである。

【0024】本発明のような構成にすることにより、改質装置の上下方向の放熱を一層低減することができる。とともに、改質器と蒸発器、熱回収熱交換器、CO変成器を一体化するので、システム構成時の部品点数を低減できる。なお、前記改質器及びCO変成器は夫々単数又は複数個使用することができるが、CO変成器の数は改質器の数と同数もしくは改質器より少ない数設置する。

【0025】

【実施例】以下、本発明の実施例に係る燃料改質装置について図面を参照して説明する。

【0026】（実施例1）図1、図2、図3、図4を参照する。ここで、図1は本実施例に係る燃料改質装置の全体図、図2は図1のX-X線に沿う矢視図、図3は同燃料改質装置に使用される改質器の詳細図、図4は同燃料改質装置に使用される薄板の説明図を示す。

【0027】図1において符番11は一重壁の真空容器を示す。この真空容器11の内部には、複数（本実施例では7つ）の円筒状の改質管（改質器）12が配置されている。これらの改質管12は、互いに均等な間隔を保って対称配置されている（図2参照）。これら各改質管12は、図3に示すような構成になっている。図3にお

いて、符番13は二重壁構造の円筒体であり、二重壁の壁間部分には、燃料ガスを水素を含有する改質ガス17に改質する改質触媒14が収納されている。また、前記円筒体13の内部にはバーナ15が下向きに収納されている。このバーナ15のバーナガス16が燃焼して円筒体13の内面を加熱することにより、改質触媒14を介し、改質管12内に供給される燃料ガス41に改質反応を生じさせる。改質された水素を多量に含有する改質ガス17は、改質管12の下部から排出される。一方、上部からはバーナガス16が燃焼した燃焼ガス18が取り出される。

【0028】図1に示すように、前記真空容器11の内部でかつ前記改質管12の上方には、蒸発器19、熱回収熱交換器20が順次配置されている。一方、前記真空容器11の内部でかつ前記改質管12下方には、改質ガス17に含まれるCOガスを更に改質し、その含有濃度を低減させるCO改質触媒を収納したCO変成器21が配置されている。また、前記真空容器11の内壁に沿うように、且つ、前記改質管12、蒸発器19、熱回収熱交換器20及びCO変成器21を囲うように、50 μ m厚のステンレス製の薄板23が、互いに隙間を設けて複数配置されている。この薄板23は、図4(A)、

(B)に示すように、パンチングによって表面に突起22が形成されることで各々の薄板が互いに隙間をつくるように配置でき、改質管12(バーナ15)から発生する輻射熱を反射する機能を有している。

【0029】前記真空容器11の上下部には、夫々取り外し自在のシール性を有する蓋24が冠着され、蓋24を閉めてから真空容器11の内部が 10^{-3} Torr程度に減圧される。前記真空容器11には、容器11内の圧力を検出する圧力計25が接続されている。また、真空容器11には、真空ポンプ26を介装した配管27が接続されている。蒸発器19には、水、灯油、メタノール等の、改質管12内における水素改質反応に必要な液体原料28が供給されるようになっている。この液体原料28は、蒸発器19により燃料ガス41へと気化され、改質管12へと供給される。また、前記熱回収熱交換器20には、冷却水29が供給されるようになっている。なお、図中の符番30は改質管12が設置される改質管設置領域を示す。

【0030】こうした構成の燃料改質装置の動作は次のとおりである。

【0031】図1に示すように、バーナガス16の燃焼によって改質管12から排出される約600℃の燃焼ガス18は、改質管設置領域30の上方の蒸発器19に流入され、蒸発器19に供給される低温の液体原料28との熱交換作用によって、燃焼ガス18の温度が約600℃から約200℃程度に低下する。液体原料28は、燃焼ガス18からの熱回収(熱交換)により蒸発気化する。更に、約200℃となった燃焼ガス18は冷却水2

9が流入される熱回収熱交換器20に流入して、該冷却水29と熱交換を行なう。すなわち、冷却水29は燃焼ガス18から熱回収を行う。この結果、改質管12から排出された燃焼ガス18は、蒸発器19、熱回収熱交換器20を経てその温度が約600℃から約100℃程度まで低下する。

【0032】一方、改質管12における燃料ガス41の改質反応により発生した約700℃の改質ガス17は、CO改質触媒を収納したCO変成器21に流入する。改質ガス17はCO変成器21を通過するに従い、CO改質触媒の改質作用(吸熱反応)により、改質ガス17中のCO含有濃度が2%から10ppmに低減されると同時に、温度も約700℃から約100℃程度まで低下する。

【0033】更に、真空容器11の内壁に沿うように、輻射熱を反射する機能を有する薄板23を互いに隙間を設けて複数配置することにより、改質管12等から外部へ放熱される放射熱を遮断することができる。また、真空容器11内部を真空ポンプ26より真空中に減圧しているので、前記放射熱の熱伝導を低下することができる。

【0034】上記作用の結果、各薄板23による放射熱の遮断と真空減圧による熱伝導率の低下によって、真空容器11の内部に設置した改質管12等から外部への放熱を省スペースで低減することができる。具体的には、図3の円筒体13の二重壁の断熱部分の厚みを、従来装置の150mmから図1の薄板23の積層厚み約20mm程度まで低減でき、改質装置の小型化が可能となる。また、壁間部分の厚みの熱容量を低減できるので、改質装置の起動昇温、応答性が速くなる。更に、真空容器11内部に改質器12、蒸発器19、熱回収熱交換器20及びCO変成器21が内蔵されるので、1ユニットとして扱い易く、燃料改質システムのコンパクト化、製造コストおよび配管作業量の低減を達成できる。

【0035】なお、上記実施例1では、蒸発器19内に水、灯油、メタノール等の液体原料28を供給する場合について述べたが、これに限らず、メタン等を含有する都市ガス等の気体燃料を用いてもよい。この場合、水のみを液体原料28として蒸発器19に供給し、この蒸発器19で気化された水蒸気と前記気体燃料とが混合された燃料ガス41として、改質器19に供給される。

【0036】(実施例2)図6を参照する。実施例2の燃焼改質装置は、実施例1の燃料改質装置と比べ、一重壁の真空容器11の代わりに、側壁が二重壁構造の円筒状の容器31を用いている。この二重壁の壁間の空洞部(壁間の領域)32に実施例1と同じ薄板23を配置したことを特徴とする。そして、空洞部32には、該空洞部32内の圧力を検出する圧力計25と真空ポンプ26を介装した配管27とが接続され、空洞部32内の圧力を監視しながら、真空減圧可能な構成となっている。実施例1において真空容器11に内装されていた改質管1

2、蒸発器19、熱回収熱交換器20、CO変成器21等は、容器31の内側壁に囲まれた容器31内部に配設されている。その他の構成については、上記実施例1と同一である。

【0037】実施例2によれば、実施例1と同様な作用効果を奏するとともに、真空にする内容量を低減することで真空ポンプの容量を低減することができる。

【0038】なお、上記実施例1および実施例2では、突起22を薄板23の一方の主面に設けた場合(図4参照)について述べたが、これに限らず、反対側の主面に設けてもよいし、あるいは薄板23の両面に設けてもよい。また、図5に示すように、薄板23同士の間を金属製のスペーサ42でその距離を保つようにする構成としてもよい。

【0039】また、上記実施例1、2においては、蒸発器19、熱回収熱交換器20およびCO変成器21が各1個配置された構成を説明したが、これに限られるものではなく、改質管12の本数以下の数を適宜配置すればよい。

【0040】また、改質管12の本数も複数設置した実施例を記したが、これに限らず、単数であってもよい。つまり、燃料電池(図示せず)の出力に応じて改質管12の本数を適宜決定すればよい。

【0041】また、上記実施例1、2に設けられた熱回収熱交換器20は、改質管12の放熱量に応じて、設置するか否かを考慮すればよい。すなわち、放熱量が少ない場合は、熱回収熱交換器20は特に設ける必要はない。

【0042】(実施例3) 図8～図11を参照する。ここで、図8は本発明の実施例3に係る燃料改質装置の全体図、図9は同装置の一構成を示すPROX部の詳細な説明図、図10はPROX部のミキサー部分の説明図、図11は図8の裏面図を示す。なお、図1と同部材は同符番を付して説明を省略する。

【0043】(燃料改質装置全体の説明) 図中の符番51は、外周壁が内円筒52と外円筒53の二重壁構造の円筒状の真空断熱容器を示す。二重壁構造の空洞部54には、実施例1と同じように薄板23が配置されている。前記外円筒53の上部の一部は、内円筒52との温度差で生じる熱伸差を吸収するエキスパンション55が配置されている。前記容器51の空洞部54には真空ポンプ27が接続されている。この真空ポンプ27により、空洞部54内部を約1Paの高真空状態に保持されている。

【0044】前記容器51の内側には、内円筒56と該内円筒56より下方向に長い外円筒57の二重管構造の円筒体58が配置されている。前記内円筒56の上部には、外円筒57との温度差で生じる熱伸差を吸収するエキスパンション59が設けられている。前記内円筒56と外円筒57との隙間には、改質触媒60が充填して封入されている。前記円筒体58のうち、外円筒57の下

部は底円板61より閉じられ、内円筒56の下部途中は底円板62で閉じた構造となっている。ここで、前記円筒体58、エキスパンション59及び改質触媒60により本発明の改質器が構成されている。

【0045】前記底円板61、62間の内円筒56には、改質触媒60を通過してきた改質ガス63が通過するため、改質触媒の直径より小さい複数の穴64が設けられている。前記内円筒56の内側にはバーナガスガイド円筒64が配置され、更にその内側中心にバーナ65が下向きに設置されている。前記バーナガスガイド円筒64とバーナ65の間には断熱材66が詰められて、バーナ65から発生したバーナ燃焼ガス67がリークしないようにしている。

【0046】前記円筒体58の直上には原料水を蒸発するための水蒸発用熱交換器(蒸発器)69が設置されている。前記バーナ65から発生したバーナ燃焼ガス67は、バーナガスガイド円筒64と内円筒56の隙間にあるバーナ燃焼ガス流路68を上方向に流れながら、内円筒56を加熱する。この熱は改質触媒60の反応熱として吸熱される。バーナ燃焼ガス67は、内円筒56を加熱後、配管無しで前記水蒸発用熱交換器69に流入される。

【0047】前記熱交換器69には、改質原料となる原料水70を流入し、バーナ燃焼ガス67と熱交換することで、気化し水蒸気化される。この水蒸気は水蒸発用熱交換器69に隣接するエゼクター71に流入され、同時にエゼクター71に流入する都市ガスなどの原料燃料72を昇圧し、混合原料ガス73となって、改質触媒60に流入し、水素リッチな改質ガスに変質する。なお、図中の符番93aは、水蒸発用熱交換器69の上部とエゼクター71とを連結する配管を示し、請求項15における熱回収交換器の働きをする。

【0048】前記底円板62の中心には、噴出穴74が設けられている。改質触媒60を通過して改質され、水素リッチになった改質ガス63は、前記噴出穴74から下方向に噴出する。前記底円板62の下部には、コイル状に巻いたチューブ75が設置されており、チューブ75の内部に液水76が注入される。この液水76はチューブ75を介して改質ガス63と熱交換して、改質ガス温度を例えば650℃→500℃まで低減する。この熱交換で液水76は、噴出穴74の中央に挿入したチューブ噴出口77から水蒸気78として、改質ガス63中に噴出し、噴出穴74から噴出する改質ガスと対向方向に噴出して、水蒸気と改質ガスの混合を促進させる。

【0049】前記コイル状チューブ75の下部には金網付円板79a、79bが上下に互いに離間して配置され、下方向まで延出した前記外円筒57と金網付円板79a、79bで囲まれた空間80にはHTS触媒(例えば、Fe-Cu系触媒)81が充填されている。ここで、金網付円板79a、79bは、例えば5mmのHT

S触媒を保持できるような網構造になっている。金網付円板79aからの改質ガス82は、HTS触媒81を通過中に含有CO濃度を例えば7%から3%まで低減できる。

【0050】前記HTS触媒81の下部には、複数の熱交換器83が設置されている。但し、熱交換器83の内部にバーナ用空気や燃料電池からの戻り水素ガスを流入して改質ガスと熱交換して、改質ガス温度を例えば500℃→200℃まで低減する。熱交換後、昇温されたバーナ用空気、戻り水素ガスは配管84を通過してバーナ65まで戻り、燃焼される。

【0051】前記熱交換器83の下部には、底板85が前記外円筒57にシール接合されて配置されている。前記底板85には、該底板85より直径の小さい円筒容器86が設置されている。ここで、円筒容器86の入口部には、2枚のパンチング板87とその間に単孔板88を設けたガスミキサー89が設置されている。このガスミキサー89により、熱交換器83を通過した温度分布のある改質ガス90を混合して、温度を均一化して、円筒容器86内に充填したLTS触媒91に流入する。LTS触媒91内で改質ガス中のCO濃度を例えば3%→2000ppmまで更に低減でき、その改質ガス92は配管93bを通してPROX部94に流入する。

【0052】なお、前記外円筒57と、前記金網付円板79a、79bと、これらの部材間で囲まれた空間80に充填されたHTS触媒81と、前記円筒容器86と、この円筒容器86に収容されたLTS触媒91とにより、本発明のCO変成器が構成されている。

【0053】(PROX部の説明) 図9を参照してPROX部94について説明する。LTS触媒91から出た改質ガスは、分岐バルブ95aにより分岐されて、円筒形水冷熱交換器96aの2箇所の入口97、98から各々流入される。前記水冷熱交換器96aの中心部には例えば65℃の冷却水99が流入されており、2重構造のチューブを折り返し流れる。また、そのチューブに隣接するガス流路100には入口97から流入された改質ガス101が流れ、ほぼ冷却水温度間で冷却される。

【0054】一方、入口98から流入された改質ガス102は、ガス流路103を流れ、冷却水99に冷却されずに、出口104で冷却された改質ガス100と混合される。前記分岐バルブ95aを調整することで、改質ガス100、102の配分を変えて、混合後の改質ガス温度を例えば120℃など、冷却水温度より高い温度に設定できる。

【0055】この改質ガスを次に空気ミキサー105aに流入する。空気ミキサー105aには空気106を流入して空気混入改質ガス107を生成する。前記空気ミキサーの詳細は後述するとおりである。空気混入改質ガス107は、PROX触媒108を充填された容器109aに流入する。PROX触媒108を通過すること

で、改質ガス110中のCO濃度が例えば2000ppm→100ppmに低減できる。

【0056】容器109aの下流側にも、もう1セットの分岐バルブ95b、円筒形水冷熱交換器96b、空気ミキサー105b、PROX容器109bを通過させることで改質ガス106中のCO濃度を100ppm→10ppmまで低減して、燃料電池へ流入する。

【0057】(空気ミキサーの説明) 図3を参照して空気ミキサーについて説明する。空気ミキサー105a(105bも同様)は、内部に空気チューブ111を設置しており、その空気チューブ111の周囲に複数枚の羽根112を設置している。こうした羽根112を攪拌することにより、空気106と改質ガス113の混合場所114で不均一混合だったガスを均一に混合させ、空気混入改質ガス107を生成する。

【0058】(図1の裏面図の説明) 図4は、LTS容器86の周囲に、水冷熱交換器96a、96b、分岐バルブ95a、95b、空気ミキサー105a、105b、PROX容器109a、109bを2セットづつ配置した例を示す。真空断熱容器51内の隙間115には、断熱のためにカオウルなどの断熱材を充填する。

【0059】上記実施例3の燃焼改質装置によれば、真空断熱容器51の内部に改質装置の主要部品の全て、即ち改質器、CO変成器、蒸発器等を設置した構成にすることより、以下の種々の効果を有する。

1) 各主要部品を真空断熱容器51内という省スペースに配置することができる。また、接続配管を省略できるので、配管からの放熱の低減、配管省略によるコスト低減を図ることができる。

【0060】2) 上記1)と同様な理由により、保温用にカオウルを用いた従来と比べ、省スペース化を図り、放熱量を低減できる。

【0061】3) 上記2)のように放熱量を低減できるので、夜間停止の触媒温度低下を低減でき、朝の起動時間の短縮、触媒自体の温度振幅の低下による寿命の向上が可能となる。従って、DSS(Daily Start Stop)運転が可能となり、経済的な運転が実現できる。

【0062】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、内部を真空状態にした真空容器と、この真空容器の内部に配置された改質器と、真空容器の内部でかつ改質器の下方に配置されたCO変成器と、真空容器の内部でかつ改質器の上方に配置された蒸発器と、真空容器の内側で改質器、CO変成器及び蒸発器を囲うよう前記真空容器の外周壁に平行に配置された複数枚の輻射熱を反射する薄板とを備えた構成にすることにより、改質装置の起動時間の増大、応答性の低下を招くことなく、改質装置をコンパクト化し、更には製作コストの低減、設置スペースの低減、配管工事量の低減等をなしえる燃焼改質装置を提供できる。

【0063】また、本発明は、外周壁が二重構造で壁間の領域が真空の容器と、この容器の内部に配置された改質器と、容器の内部でかつ改質器の下方に配置されたCO変成器と、容器の内部でかつ改質器の上方に配置された蒸発器と、容器の二重構造の壁間の領域に、前記外周壁に対して平行に配置された輻射熱を反射する複数枚の薄板とを具備した構成にすることにより、上記と同様、改質装置の起動時間の増大、応答性の低下を招くことなく、改質装置をコンパクト化し、更には製作コストの低減、設置スペースの低減、配管工事量の低減等をなす燃焼改質装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る燃焼改質装置の全体図。

【図2】図1のX-X線に沿う矢視図。

【図3】図1の燃焼改質装置の一構成部材である改質管の説明図。

【図4】図1の燃焼改質装置の一構成部材である薄板の説明図。

【図5】図4の薄板の別な支持方法の説明図。

【図6】本発明の実施例2に係る燃焼改質装置の全体図。

【図7】従来の燃焼改質装置の全体図。

【図8】本発明の実施例3に係る燃焼改質装置の全体図。

【図9】図8の燃料改質装置の一構成であるPROX部の説明図。

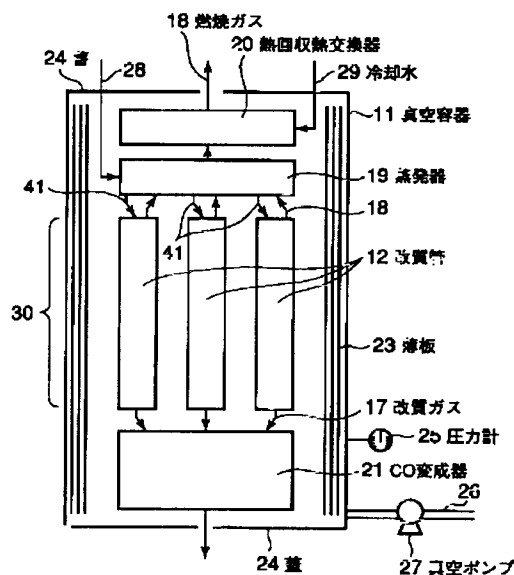
【図10】図9のPROX部のミキサー部分の説明図。

【図11】図8の燃焼改質装置の裏面図。

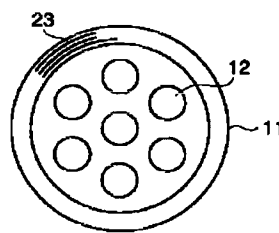
【符号の説明】

11…真空容器、 12…改質管、 13…円筒体、 14, 60…改質触媒、 15, 65…バーナ、 16…バーナガス、 17, 82, 92, 101, 102…改質ガス、 18, 41…燃焼ガス、 19…蒸発器、 20…熱回収熱交換器、 21…CO変成器、 22…突起、 23…薄板、 24…蓋、 25…圧力計、 26…真空ポンプ、 31…容器、 32…空洞部、 51…真空断熱容器、 52, 56…内円筒、 53, 57…外円筒、 55, 59…エキスパンション、 58…円筒体、 61, 62…底円板、 64…穴、 66…断熱材、 67…バーナ燃焼ガス、 68…バーナ燃焼ガス流路、 69…水蒸発用熱交換器（蒸発器）、 70…原料水、 71…エゼクター、 72…原料燃料、 73…混合原料ガス、 74…噴出穴、 75…チューブ、 76…液水、 77…チューブ噴出口、 78…水蒸気、 79a, 79b…金網付円板、 81…HTS触媒、 83…熱交換器、 84, 93a, 93b…配管、 85…底板、 86…円筒容器、 87…パンチング板、 88…単孔板、 89…ガスミキサー、 91…LTS触媒、 94…PROX部、 95a, 95b…分岐バルブ、 96a, 96b…水冷熱交換器、 98, 99…入口、 100…ガス流路、 105a, 105b…空気ミキサー、 107…空気混入ガス、 108…PROX触媒、 109a, 109b…PROX容器。

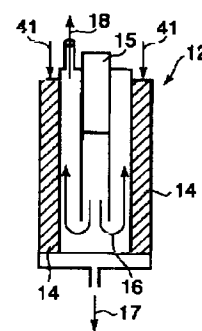
【図1】



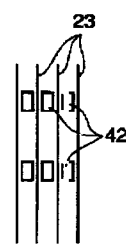
【図2】



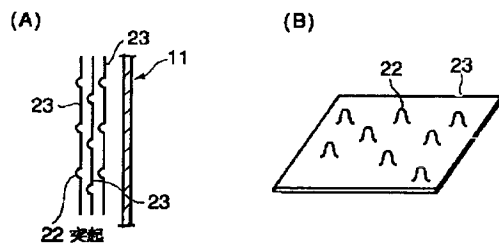
【図3】



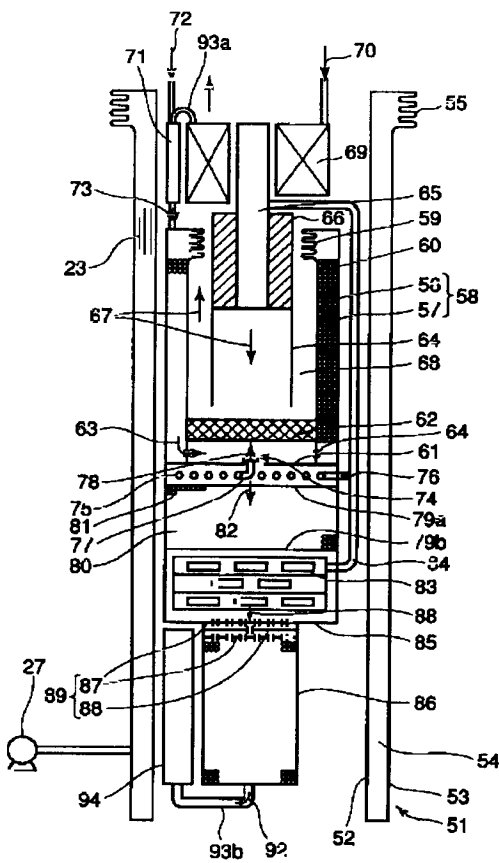
【図5】



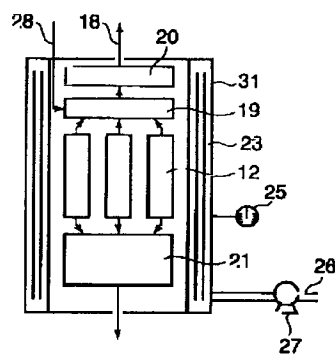
【図4】



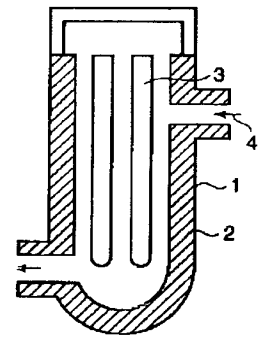
【図8】



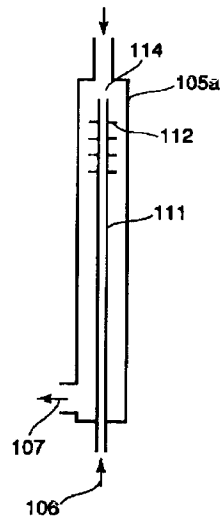
【図6】



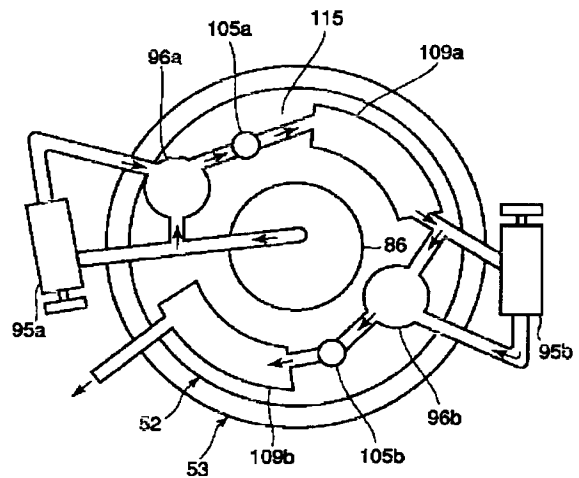
【図7】



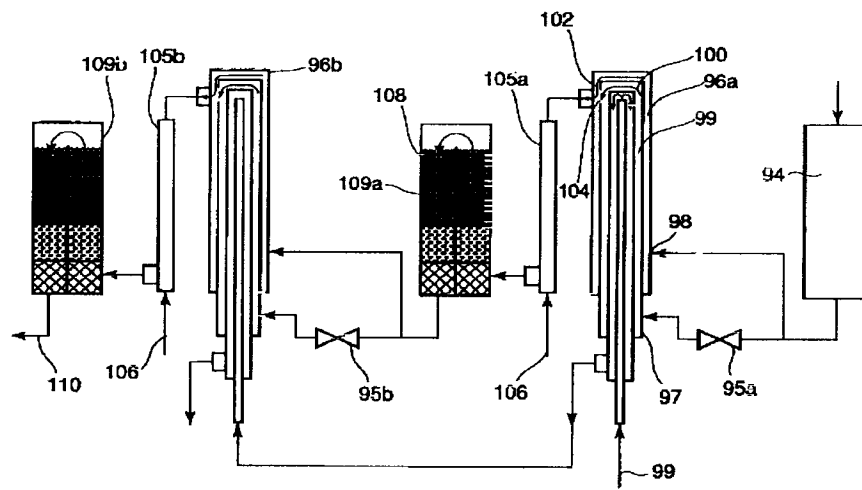
【図10】



【図11】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3K068 AA01 AB21 AB36
4G040 EA02 EA03 EA06 EB03 EB12
EB24 EB32 EB44
5H027 AA02 BA01 BA17 KK10